

# DISPONIBILIDADES HIDRICAS PARA LA FORESTACION EN EL VALLE DE CALAMUCHITA, CORDOBA

A. C. Ravelo<sup>1</sup>, R. Zanvettor<sup>2</sup> y P. Ingaramo<sup>2</sup>

1)Facultad de C. Agropecuarias/ CONICET; 2) Facultad de C. Agropecuarias, Univ. Nac. de Córdoba, C.C. 509 Córdoba 5000  
ravelo@agro.uncor.edu

## RESUMEN

Las disponibilidades hídricas para la forestación con *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* en el valle de Calamuchita fueron analizadas utilizando el balance hídrico del suelo. Las similitudes de variables derivadas del balance hídrico para localidades del valle y localidades de origen de ambas especies indica condiciones adecuadas para el desarrollo de dichas especies. Mediante un análisis numérico de agregación se identifican a localidades del lugar de origen como posibles fuentes proveedoras de semilla.

Palabras claves: Forestación, disponibilidades hídricas, Calamuchita, semillas.

## SUMMARY

The water availability for forestation with *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* in Calamuchita valley is assessed using a soil moisture budget. Similar water availability in both the area of origin and Calamuchita valley indicates appropriate conditions for these species. A numerical cluster analysis was used to identify locations in the origin area as possible sources of seeds.

Key words: Forestry, water availability, Calamuchita, seeds.

## INTRODUCCION

Las coníferas ocupan un lugar predominante en la silvicultura del Valle de Calamuchita, habiendo comenzado su introducción en 1958 por los créditos otorgados para la actividad forestal. La primera especie introducida fue *Pinus radiata* que por problemas sanitarios fue desplazada por *Pinus elliottii* y *Pinus taeda*. En 1990 se contaba con 34.863 has forestadas con pinos en los departamentos de Santa María y Calamuchita (Izurieta et al. 1994). Los estudios realizados (Golfari, 1966;

Golfari y Barrett, 1967) para la introducción de especies forestales exóticas se efectuaron utilizando el balance hídrico y la estimación de la evapotranspiración potencial (ETP) estimada por el método de Thornthwaite. Este método tiende a subestimar la demanda atmosférica en zonas con procesos advectivos y/o durante los períodos de baja humedad del aire lo cual enmascara situaciones de deficiencia hídrica y los efectos negativos sobre el desarrollo del bosque. Estas condiciones ocurren en

el valle de Calamuchita principalmente durante los meses primaverales y antes del comienzo de las lluvias estivales.

La situación forestal actual del valle de Calamuchita y su potencial de expansión requiere de un análisis preciso de las condiciones edafo-climáticas que aseguren el menor riesgo a las inversiones a largo plazo que representa el proceso de forestación con especies exóticas. En este trabajo se evalúan las disponibilidades hídricas del valle de Calamuchita y se las compara con las condiciones hídricas en la región de origen de *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* en Estados Unidos a los fines de inferir el potencial forestal regional e identificar posibles fuentes de semillas para los viveros forestales.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 13 estaciones meteorológicas ubicadas en los departamentos de Santa María y Calamuchita (Figura 1) con registros mensuales de precipitación para el periodo 1971-1983. Para algunas localidades se estimaron las temperaturas mediante la altitud y el gradiente térmico medio. Se estimó la evapotranspiración potencial (ETP) por el método de Thornthwaite (1948) y posteriormente, esta estimación fue ajustada con coeficientes obtenidos para la relación entre la evapotranspiración por los métodos de Thornthwaite y Penman (1948).

Datos de precipitación y evapotranspiración potencial según Penman fueron obtenidos para 34 localidades de los estados de Georgia, Alabama, Louisiana, Mississippi y Florida en Estados Unidos (Wernstedt, 1972; FAO, 1995). Se calcularon los balances hídricos seriado y climático para todas

las localidades por el método de Palmer (1965).

El déficit anual, el índice mensual de evapotranspiración (R) de Yao (1969), el índice mensual de humedad del suelo (SMI) de Ravelo y Decker (1979) y el déficit hídrico fueron comparadas mediante un análisis multivariado (Rohlf, 1987). Se utilizó el coeficiente de distancia y el agrupamiento de las localidades se efectuó por medio de la técnica de ligamiento promedio empleando la media aritmética no ponderada de acuerdo a Crisci y López Armengol (1983). La estructura resultante de este análisis de agrupamiento se expresó en un dendrograma a los fines de identificar a aquellas localidades de origen de ambas especies de pinos que poseen mayor similitud hídrica con las localidades argentinas consideradas.

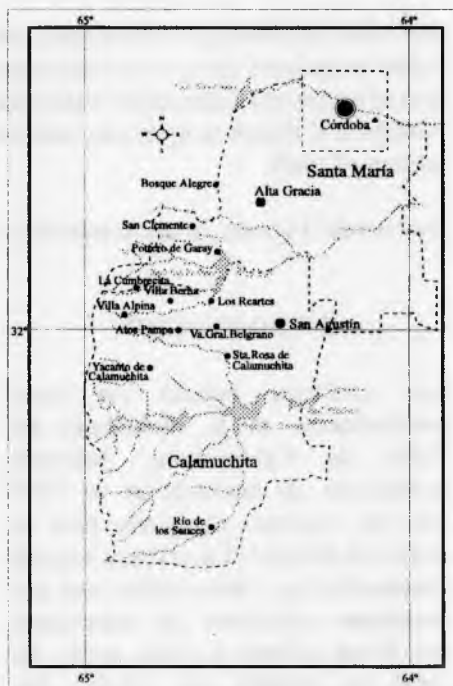


Figura 1. Distribución geográfica de las estaciones meteorológicas. Alta Gracia no se utilizó, sólo figura por ser capital del departamento Santa María.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las estimaciones de la ETP ajustada para las localidades argentinas permitieron una mejor evaluación de la demanda atmosférica especialmente durante la primavera. Por ejemplo, el análisis del balance hídrico para Athos Pampa utilizando ETP según Thornthwaite y ETP ajustada refleja la subestimación del método de Thornthwaite y pone en evidencia el efecto de la mayor demanda atmosférica durante la primavera (Figuras 2 y 3). Se genera así una deficiencia similar a la que ocurre en el lugar de origen de *P. elliottii* y *P. taeda* como puede apreciarse en la Figura 4 para la localidad de Moultrie (Georgia, E.E.U.U.). La diferencia entre ambas localidades radica en la época de ocurrencia de dicho déficit. En Moultrie la deficiencia ocurre en el otoño, verano y primavera, dado que el régimen de lluvias es isohigro y la demanda de la evapotranspiración aumenta en dichas estaciones.

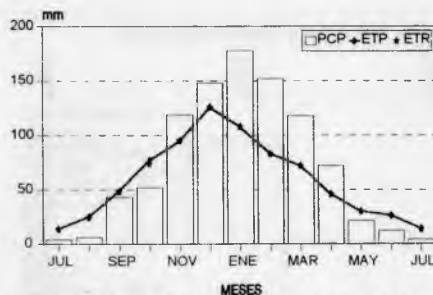


Figura 2. Balance hídrico mensual para Athos Pampa. Evapotranspiración potencial estimada según Thornthwaite.

En Athos Pampa, dado el régimen pluvial monzónico, la deficiencia ocurre en la primavera. A pesar de las escasas precipitaciones invernales, no se presentan deficiencias por el

reducido monto de la evapotranspiración.

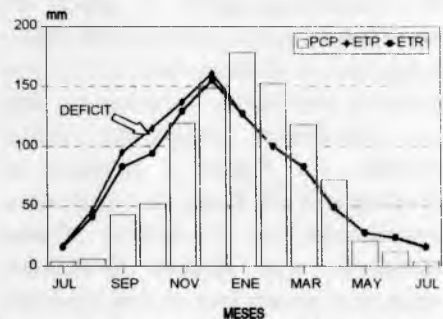


Figura 3. Balance hídrico mensual para Athos Pampa. Evapotranspiración potencial estimada según Penman.

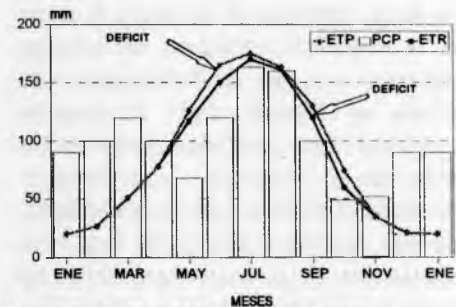


Figura 4. Balance hídrico mensual para Moultrie, Georgia, E.E.U.U.

Las deficiencias primaverales tienen un mayor efecto adverso sobre el proceso en el despertar de las yemas y la brotación. La similitud de los aspectos hídricos entre el lugar de origen de las especies y el lugar de introducción asociado a la plasticidad de ambas especies para adaptarse a diversos suelos explicaría el buen desarrollo de los bosques de pinos en el valle de Calamuchita. Los rendimientos, en términos de volumen de madera por hectárea o de crecimiento anual, para varias zonas del valle son iguales o superiores a los registrados en las áreas de origen (Cozzo et al., 1992; Burns,

1983; Golfari, 1984; Barrett., 1973-74; Mutarelli, 1991).

La agrupación de las localidades de acuerdo a su deficiencia hídrica, índice de evapotranspiración e índice de humedad del suelo, permitió identificar a aquellas localidades de E.E.U.U. con mayores similitudes hidrológicas con las localidades argentinas consideradas. La Figura 5 presenta el dendrograma de todas las localidades consideradas en el análisis. Puede apreciarse que algunas localidades argentinas poseen mas de una localidad estadounidense con similitudes hidrológicas. Dichas analogías pueden ser utilizadas en el momento de decidir sobre el lugar proveedor de semillas para importación. Así por ejemplo, si se desea implantar *P. elliottii* o *P. taeda* en la localidad de Yacanto, las semillas deberían proceder de Tallahassee o de Ocala en Florida, dada la estrecha similitud entre esas localidades en los indicadores climáticos considerados. Se observa tambien que las localidades de San Agustín y Río de los Sauces se encuentran en un grupo separado de las otras localidades argentinas. Para San

Agustín se indica como localidad afín a Macon y algo menos afín a Cordele, ambas en el estado de Georgia.

## CONCLUSIONES

1. El ajuste efectuado a la estimación de la evapotranspiración potencial y su utilización en el balance hídrico permitió identificar similares deficiencias hídricas en las áreas de origen de las coníferas consideradas y en las áreas de introducción en el valle de Calamuchita.
2. La metodología propuesta puede reducir los riesgos inherentes a la forestación inicial al considerar las necesidades hídricas de las especies forestales de acuerdo a su lugar de origen y las disponibilidades hídricas de la región donde se introducirán.
3. Se identificaron localidades en la región de origen de las especies consideradas que por sus características hidrológicas podrían proveer semillas para los viveros locales.

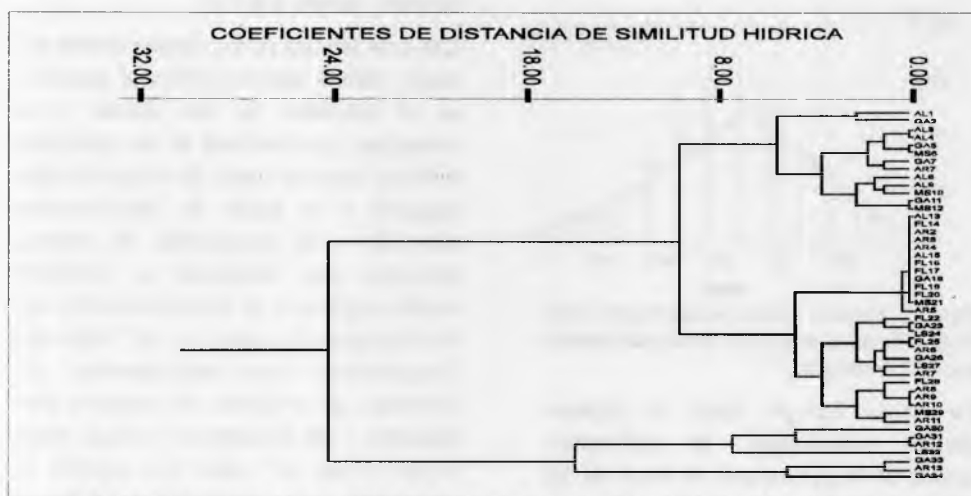


Figura 5. Dendrograma de similitudes hídricas para las localidades de origen del *P. elliottii* y *P. taeda* en E.E.U.U. y las localidades del valle de Calamuchita, Córdoba. Los códigos de las localidades se presentan en el Cuadro 1.

**CUADRO 1.** Localidades consideradas en el estudio. Codigos de los estados: AL: Alabama; GA: Georgia; FL: Florida; LS: Lousiana; MS: Mississippi; AR: Argentina.

CODIGO	LOCALIDAD	CODIGO	LOCALIDAD	CODIGO	LOCALIDAD
AL1	DOTHAM	FL17	OCALA	GA33	MACON
GA2	WARRENTON	GA18	SAVANNAH	GA34	CORDELE
AL3	EUPHALA	FL19	LAKE CITY	AR1	V.G. BELGRANO
AL4	TROY	FL20	GAINSVILLE	AR2	YACANTO
GA5	DOUGLAS	MS21	BILOXI	AR3	LA CUMBRECITA
MS6	COLUMBIA	FL22	MADISON	AR4	VILLA ALPINA
GA7	BAINBRIDGE	GA23	THOMASVILLE	AR5	LOS REARTES
AL8	GREENVILLE	LS24	HAMMOND	AR6	VILLA BERNA
AL9	THOMASVILLE	FL25	JACKSONVILLE	AR7	SAN CLEMENTE
MS10	LAUREL	GA26	WAYCROSS	AR8	ATHOS PAMPA
GA11	DUBLIN	LS27	BOGALUSA	AR9	BOSQUE ALEGRE
MS12	BROOKHAVEN	FL28	ST. AUGUSTINE	AR10	SANTA ROSA
AL13	BREWTON	MS29	HATTIESBURG	AR11	POTRERO GARAY
FL14	CROSS CITY	GA30	AUGUSTA	AR12	RIO SAUCES
AL15	MOBILE	GA31	ALBANY	AR13	SAN AGUSTIN
FL16	TALLAHASSEE	LS32	BATON ROUGE		

## AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Alejandro Barbeito por el diseño y preparación de las ilustraciones. A la Dra. Ana M. Planchuelo por el análisis numérico de los datos.

## BIBLIOGRAFIA

- Barrett, W.H.**, 1973-74. Variacion geografica de *Pinus elliottii* y *Pinus taeda*. IDIA 8:18-31.
- Burns, R.M.**, 1983. Silvicultural systems for the major forest types of the United States, Ag. Handbook 445, U.S.D.A., 191 pags.
- Cozzo, D., A.E. Rudi y J.J. Lenardón**, 1992. Nuevas contribuciones al conocimiento silvicultural de plantaciones en las sierras de Comechingones, Depto. de Calamuchita, Córdoba, Argentina. Rev. Asoc. For. Arg., XLVI,3:24-37.
- Crisci, J. V. & López Armengol, M.F.** 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Ed. Depto. de Asuntos Científicos y Tecn., Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C. 132 págs.
- Golfari, L.**, 1984. Zonificación ecológica para la forestación. Centro de Inv. y Exp. Forestales (CIEF). 57 pags.

- Golfari, L. y W.H.G. Barrett**, 1967. Comportamiento de las coníferas cultivadas en Puerto Piray, Misiones. En Revista IDIA N° 4. Pag. 31-52.
- Golfari, L.**, 1966. El balance hídrico de Thornthwaite como guía para establecer analogías climáticas: I, Ejemplos en *Pinus radiata* D. Don. IDIA N°3. Pag. 43-48.
- Izurieta, G.; D. Abud y J. Izaurrealde**, 1994. Plantaciones de pinos de la provincia de Córdoba. En: Actas de Congreso Forestal argentino y latinoamericano. Entre Ríos. Argentina.
- Mutarelli, E.** 1991. Análisis Dasométricos de las Plantaciones Forestales del Valle de Calamuchita de la Provincia de Córdoba. IFONA. Inédito. 71 pag
- Palmer, W.C.**, 1965. Meteorological Drought. Research Paper No. 45. U.S. Dept. of Commerce, Washington D.C.
- Penman, H.L.**, 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Royal Soc., London Proc. Ser. A. 193:120-146.]
- Ravelo, A.C. y W.L. Decker**, 1979. The probability distribution of a soil moisture index. Agric. Meteor. 20:301-312.
- Rohlf, F. J.** (1987), Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Exeter Publishing. New York. 35 págs.
- Thornthwaite, G.W.**, 1948. An approach toward a national classification of climate. Geograph. Rev., vol 38, 55-94.
- Wernstedt, F.L.**, 1972. World Climatic Data, Clim. Data Press, Lemont, Pennsylvania, 523 pags.
- Yao, A. Y. M.**, 1975. The R index for plant water requirement. Agric. Meteor., 6:259-273